

JP2000171839

Publication Title:

ELECTROPHORESIS DISPLAY DEVICE

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a high memory holding power by stacking a 1st and a 2nd electrode on a 1st substrate so that they shift in position from the 1st substrate in a necessary direction, making the 1st and 2nd electrodes overlap with the 1st substrate, and giving the necessary surfaces of the 1st and 2nd electrodes steps with the 1st substrate in a necessary direction.

SOLUTION: A 1st electrode 8 and a 2nd electrode 7 which is applied with a different voltage from that of the 1st electrode 8 are provided shifted horizontally and vertically from the 1st substrate 3, and an electric field which controls the space distribution in the device is produced. Consequently, colored electrostatically charged electrophoretic particles 2 are able to migrate between the 1st electrode 8 and 2nd electrode 7 in parallel and perpendicular to the 1st substrate 3. The 1st electrode 8 and 2nd electrode 7 are provided with areas horizontally overlapping with the 1st substrate 3. Further, the surfaces of the 1st electrode 8 and 2nd electrode 7 which contact insulating liquid 1 are given vertical steps with the 1st substrate 3. Consequently, the colored electrostatically charged electrophoretic particles 2 are adsorbed because of an increase in the surface area resulting from the formation of the steps.

Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-171839

(P2000-171839A)

(43) 公開日 平成12年6月23日 (2000.6.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 2 F 1/167		G 0 2 F 1/167	5 C 0 9 4
G 0 9 F 9/37	3 1 1	G 0 9 F 9/37	3 1 1 A

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-349558

(22) 出願日 平成10年12月9日 (1998.12.9)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 池田 勉

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100069017

弁理士 渡辺 徳廣

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気泳動表示装置

(57) 【要約】

【課題】 強いメモリー保持力を有し、消費電力を低減できる電気泳動表示装置を提供する。

【解決手段】 第1基板と、該第1基板と対向して配置された第2基板と、該第1基板と第2基板の間に設けられた第1電極と、該第1電極と異なる電圧が印加される第2電極と、該第1電極と第2電極の間を移動する複数の着色帯電泳動粒子と、該複数の着色帯電泳動粒子を保持する透明絶縁性液体とを備えた電気泳動表示装置において、第1電極と第2電極は第1基板と水平な方向及び垂直な方向に位置をずらして第1基板上に積層され、且つ第1電極と第2電極は第1基板と水平な方向に重なる領域を有し、且つ第1電極と第2電極上の該透明絶縁性液体と接する面が第1基板と垂直方向において段差を有している電気泳動表示装置。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1基板と、該第1基板と対向して配置された第2基板と、該第1基板と第2基板のいずれかに設けられた第1電極と、該第1電極と異なる電圧が印加される第2電極と、該第1電極と第2電極の間を移動する複数の着色帯電泳動粒子と、該複数の着色帯電泳動粒子を保持する透明絶縁性液体とを備えた電気泳動表示装置において、第1電極と第2電極は第1基板と水平な方向及び垂直な方向に位置をずらして第1基板上に積層され、且つ第1電極と第2電極は第1基板と水平な方向に重なる領域を有し、且つ第1電極と第2電極上の該透明絶縁性液体と接する面が第1基板と垂直方向において段差を有していることを特徴とする電気泳動表示装置。

【請求項2】 更に、前記第1電極及び第2電極は表示領域内に配置されており、且つ第1電極及び第2電極に印加する電圧の大きさ及び第1電極及び第2電極に印加する電圧の印加時間のうち少なくとも一方を制御して、第1電極及び第2電極を覆う前記着色帯電泳動粒子の面積を制御する手段を有する請求項1に記載の電気泳動表示装置。

【請求項3】 更に、前記複数の着色帯電泳動粒子の帯電能及び該複数の着色帯電泳動粒子の大きさのうち少なくとも一方が異なっている請求項2に記載の電気泳動表示装置。

【請求項4】 更に、前記第1電極及び第2電極を被覆するように第1基板上に配置された絶縁層を有する請求項1乃至3のいずれかの項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項5】 前記第1電極、第2電極、第1基板及び絶縁層の少なくとも1つが、前記着色帯電泳動粒子と光学的特性が異なる色に着色されている請求項1乃至4のいずれかの項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項6】 前記第1基板表面に前記着色帯電泳動粒子と光学的特性が異なる着色層及び光反射層が積層されている請求項1乃至4のいずれかの項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項7】 前記光反射層が前記着色帯電泳動粒子と光学的特性が異なる色に着色されている請求項6に記載の電気泳動表示装置。

【請求項8】 前記第1基板内あるいは第1基板表面に磁性層が形成されている請求項1乃至7のいずれかの項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項9】 前記第1基板及び第2基板がポリマーフィルムである請求項請求項1乃至8のいずれかの項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項10】 前記第2電極及び前記着色帯電泳動粒子が黒色或いは暗黒色である請求項1乃至9のいずれかの項に記載の電気泳動表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気泳動粒子が電

極間を移動することにより表示が行われる電気泳動表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、情報機器の発達に伴い、低消費電力且つ薄型の表示装置のニーズが増しており、これらニーズに合わせた表示装置の研究、開発が盛んに行われている。中でも液晶表示装置は、液晶分子の配列を電気的に制御し、液晶の光学的特性を変化させる事ができ、上記のニーズに対応できる表示装置として活発な開発が行われ商品化されている。

【0003】しかしながら、これらの液晶表示装置では、画面を見る角度や反射光による画面上の文字の見え方や、光源のちらつき・低輝度等から生じる視覚へ負担が未だ十分に解決されていない。この為、視覚への負担の少ない表示装置の研究が盛んに検討されている。

【0004】低消費電力、眼への負担軽減などの観点から反射型表示装置が期待されている。その1つとして、ハロルド デー リース (Harold D. Lees) 等により発明された電気泳動表示装置 (米国特許第3612758明細書) が知られている。他にも、特開平9-185087号公報に電気泳動表示装置が開示されている。

【0005】上記従来の電気泳動表示装置及びその動作原理を図7に示す。この電気泳動表示装置75は、帯電した泳動粒子73と着色色素が溶解された絶縁性液体74からなる分散層と、この分散層を挟んで対峙する一組の電極71、72からなっている。電極71、72を介して分散層に電圧を印加することにより、泳動粒子73を粒子自身が持つ電荷と反対極性の電極に引き寄せるものである。表示はこの泳動粒子73の色と、泳動粒子73の色相と異なり着色色素が溶解された絶縁性液体74の色によって行われる。

【0006】つまり、第1の電極71を負極に、第2の電極72を正極にした場合、正電荷泳動粒子73が観測者に近い第1の電極71の表面に移動し、第1の電極71に付着し、泳動粒子73の色が表示される (図7 (b) 参照)。

【0007】逆に、第1の電極71を正極、第2の電極72を負極した場合、正電荷泳動粒子73が観測者から遠い第2の電極72の表面に移動し、第2の電極72に付着し、絶縁性液体74内に含まれる着色色素の色が表示される (図7 (a) 参照)。

【0008】しかしながら、従来の図7に示す電気泳動装置は次のような問題点を抱えていた。第1に、絶縁性液体は着色或いは不透明化させることが不可欠であった。このため絶縁性液体は単一成分で構成することが困難であり、絶縁性液体中に何らかの着色粒子を混合したり、着色色素を溶解したりしなくてはならなかった。

【0009】また、絶縁性液体に溶解した色素の電気泳動粒子への吸着及び電気泳動粒子が付着した電極表面と

電気泳動粒子間への色素を含む絶縁性液体の侵入等の悪影響により、反射率が低下し、高いコントラストが得られない問題が生じる。

【0010】また、このような着色粒子（色素）の存在は、電気泳動動作において不安定要因として作用しやすく、表示装置としての性能や寿命、安定性を著しく低下させるという欠点があった。

【0011】そこで、特開平9-211499号公報、特公平6-52358号公報等で、着色粒子が混合されたり又は着色色素が溶解されたりしない透明な絶縁性液体を用いて表示を行う電気泳動表示装置が提案されている。

【0012】特開平9-211499号公報で開示された電気泳動表示装置及びその動作原理を図8を用いて説明する。この電気泳動表示装置は、第1電極104が第1基板101上に形成され、第2電極105がスペーサー基板103の側壁表面に第1電極104に対して直角に形成され、該第1基板101とスペーサー基板103と、第2基板10で形成された閉空間内に、帯電した着色電気泳動粒子108が分散された透明な絶縁性液体1からなる分散層が充填されている。第1電極104および第2電極105の表面には誘電体層106が設けられ、電極を保護している。第1電極104、誘電体層106、第1基板101は着色されている。第1電極104、第2電極105を介して分散層に電圧を印加することにより、電気泳動粒子108を粒子自身が持つ電荷と反対極性の電極に引き寄せ、表示はこの電気泳動粒子108の色と、その色相とは異なる第1電極104、誘電体層106、第1基板101の色によって行われる。また、第1電極104と第2電極105の位置が観察者側からみて離れているため、その間が常に露出してしまうことになる。そのため、遮蔽層111が必要となっている。

【0013】つまり、第1電極104を負極に、第2電極105を正極にした場合、正電気泳動粒子108が観察者に近い第1電極104の表面に移動し、第1電極104に付着し、電気泳動粒子108の色が表示される。

【0014】また、第1電極104を正極に、第2電極105を負極にした場合、正電気泳動粒子108が第2電極105の表面に移動し、第2電極105に付着し、第1電極104、誘電体層106、第1基板101の色が表示される。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図8における従来の電気泳動表示装置では次のような問題点があった。図8の装置でも、電源回路110と第1電極104及び第2電極105の接続を切断しても、ファンデルワールス力により電気泳動粒子108の誘電体層106、107への吸着は持続するが、その吸着力は弱い。ファンデルワールス力による吸着力では、メモリ性が不

充分である。

【0016】また、図8の装置では、第1電極104が第1基板101上に形成され、第2電極105がスペーサー基板103の側壁表面に第1電極104に対して直角に形成されている。第1電極104と第2電極105とは、第1基板101と水平な方向に重なる領域がない。

【0017】そのため、両電極のキャパシター形成面積は、第1電極104の第2電極105に最も近い端面と第2電極105の第1電極104と近接する面にほぼ限定されてしまう。図8の装置では、キャパシター形成面積が構造的に小さく、静電容量が不十分であった。

【0018】よって、メモリー保持力の減衰が速いので、電源回路110と第1電極104及び第2電極105の電気接続を切断した場合、電気泳動粒子2の誘電体層106或いは107への吸着が持続しない問題が発生し、表示状態を維持するために消費電力を費やさなければならない問題が発生する。

【0019】また、絶縁性液体109と電気泳動粒子108の密度差が比較的大きい材料は使用できない等の問題があった。また、特開平9-211499号公報に開示された表示装置では、通常2値表示であり、中間色を表示するいわゆる階調表示が困難であった。

【0020】本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、強いメモリー保持力を有する電気泳動表示装置を提供することを目的としている。

【0021】

【課題を解決するための手段】この本発明の目的は以下の構成をとることにより達成される。本発明は、第1基板と、該第1基板と対向して配置された第2基板と、該第1基板と第2基板のいずれかに設けられた第1電極と、該第1電極と異なる電圧が印加される第2電極と、該第1電極と第2電極の間を移動する複数の着色帯電泳動粒子と、該複数の着色帯電泳動粒子を保持する透明絶縁性液体とを備えた電気泳動表示装置において、第1電極と第2電極は第1基板と水平な方向及び垂直な方向に位置をずらして第1基板上に積層され、且つ第1電極と第2電極は第1基板と水平な方向に重なる領域を有し、且つ第1電極と第2電極上の該透明絶縁性液体と接する面が第1基板と垂直方向において段差を有する構成をとる。

【0022】好ましくは、第1電極及び第2電極は、表示領域内に配置されており、且つ、第1電極及び第2電極に印加する電圧の大きさ及び第1電極及び第2電極に印加する電圧の印加時間のうち少なくとも一方を制御して、第1電極及び第2電極を覆う前記着色帯電泳動粒子の面積を制御する手段を有する構成をとる。

【0023】好ましくは、前記複数の着色帯電泳動粒子の帯電能及び該複数の着色帯電泳動粒子の大きさのうち少なくとも一方が異なっている構成をとる。好ましく

は、第1電極及び第2電極を被覆するように第1基板上に配置される絶縁層を有する構成をとる。

【0024】好ましくは、第1電極及び第2電極及び第1基板及び前記絶縁層の少なくとも1つが、前記着色帯電泳動粒子と光学的特性が異なる色に着色されている構成をとる。好ましくは、前記第1基板表面に前記着色帯電泳動粒子と光学的特性が異なる着色層及び光反射層が積層されている構成をとる。

【0025】好ましくは、前記光反射層が前記着色帯電泳動粒子と光学的特性が異なる色に着色されている構成をとる。好ましくは、前記第1基板内あるいは第1基板表面に磁性層が形成されている構成をとる。好ましくは、第1基板及び前記第2基板がポリマーフィルムである構成をとる。好ましくは、第2電極及び前記着色帯電泳動粒子が黒色或いは暗黒色である構成をとる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施態様の表示装置及び表示方法を説明する。図1は本発明の電気泳動表示装置の一実施態様の断面図を示す。本実施態様では、絶縁性液体1として、着色粒子が混合されていない、又は、着色色素が溶解されていない透明な絶縁性液体を使用する。

【0027】透明な絶縁性液体1及び着色帯電泳動粒子2は、第1基板3上の絶縁層4、第2基板5及び隔壁6によって囲まれた空間内に保持される。絶縁層4の下には第2電極7が一部に形成され、さらに絶縁層4を介して第1電極8が形成されている。

【0028】本実施態様の表示装置は、第1電極8と、第1電極8と異なる電圧が印加される第2電極7とを第1基板3と水平および垂直な方向に位置をずらして配置し、装置内の空間分布を制御する電場を形成することにより、着色帯電泳動粒子2が第1電極8と第2電極7との間を第1基板3と水平および垂直な方向に移動するようにする。そして、絶縁層4或いは第1電極8或いは第1基板3を着色帯電泳動粒子2と光学的特性（色相、反射率等）が異なるように着色する構成をとると、白黒表示等の2色表示を実現できる。

【0029】更に、本実施態様では、第1電極8及び第2電極7は、第1基板3と水平な方向に重なる領域を有する。

【0030】図1を用いて説明すると、第1電極8と第2電極7が絶縁層4を介して面で接するため、静電容量を広い面積で均一に非常に多くとることができる。つまり、キャパシタ形成面積を構造的に大きく取れる。そのため、正に帯電した着色帯電泳動粒子2が負極である第2電極7に付着している場合（図1（a））、電源回路と第1電極8及び第2電極7の電気接続を切断した時でも、第1電極8と第2電極7の重なる領域で生成された静電容量による静電引力により、正に帯電した着色帯電泳動粒子2は、第2電極7上に引き付けられた状態を

保持する。また、正に帯電した着色帯電泳動粒子2が負極である第1電極8に付着している場合（図1

（b））、電源回路と第1電極8及び第2電極7の電気接続を切断した時でも、第1電極8と第2電極7の重なる領域で生成された静電容量による静電力（斥力）により反発され、正に帯電した着色帯電泳動粒子2は、第1電極8上に留まる状態を保持する。

【0031】よって、着色帯電泳動粒子2が電極上に付着するメモリー保持力を強く維持でき、消費電力を低減できる効果を有する。また、絶縁性液体1、着色帯電泳動粒子2の材料選択の幅も広げることができる効果を有する。

【0032】第1電極8と第2電極7上の該透明絶縁性液体1と接する面は第1基板3と垂直方向においてに段差を有する構成をとる。このような構成をとることにより、帯電泳動粒子2は段差によって形成される表面積の増加分においても吸着されるため、観察者側から観察した場合、第2電極7の面積をより少なくすることができ、結果として開口率を高くすることができ、高いコントラストを実現できる。

【0033】次に、着色帯電泳動粒子2の帯電のメカニズムを説明する。透明な絶縁性液体1中の着色泳動粒子2は、着色泳動粒子と絶縁性液体の間で電荷の授受が行われ電気二重層が形成され、着色泳動粒子は正または負に帯電することが知られている。つまり、絶縁性液体から着色泳動粒子の表面に正イオン粒子又は負イオン粒子が特異吸着して、着色泳動粒子は、正電荷又は負電荷に帯電する。

【0034】以下に、図1を用いて、本実施態様の第1の表示方法の一例の説明をする。ここでは、透明な絶縁性液体中1の着色帯電泳動粒子2は、正に帯電しているとする。本実施態様の着色帯電泳動粒子2は、負に帯電している形態をとっても良い。

【0035】第2電極7を正極に、第1電極8を負極した場合、正電荷の着色帯電泳動粒子2がクーロン力によって、第1電極8上に移動し、正電荷の着色帯電泳動粒子2が第1電極8上に集められ、第1電極8は、黒色の着色帯電泳動粒子2で覆われる。観測者（第2基板5側）からは、着色帯電泳動粒子2の色と第2電極7の色が観察（表示）される（図1（b））。

【0036】一方、第1電極8及び第2電極7に印加する電圧の極性を変えて、クーロン力によって、着色帯電泳動粒子2を第2電極7上及び第1電極と第2電極上の段差部に移動させ、正電荷の着色帯電泳動粒子2を第2電極7上に集めると、黒色の着色帯電泳動粒子2の色と絶縁層4或いは第1電極8或いは第1基板3等の着色粒子の色相と異なる色に着色された層が観測側（第2基板5側）から観察される（図1（a））。

【0037】例えば、第2電極7及び正電荷の着色帯電泳動粒子2を共に黒色にし、第1電極8を白色とすれ

ば、白黒表示が可能となる。カラー化した着色層（例えば、イエロー、シアン、マゼンタ等）を設ければカラー表示も可能となる。第2電極7と着色帯電泳動粒子2は同じ或いは類似の色であることが望ましい。着色帯電泳動粒子2と光学的特性が異なる着色層は、観測者側から観察可能であれば第1電極8、絶縁層4、第1基板3等あるいは第1基板3の裏面などに形成してもよく、全面に形成してもよく、また一部に形成してもよい。ここで、着色された粒子、電極、絶縁層等とは、材料自身の色でもよく、それらの材料表面に他の材料を積層、混合したものでもよい。着色帯電泳動粒子2は1種類或いは2種類以上の材料で構成されていてもよい。また、本発明では第2電極と着色帯電泳動粒子が同じあるいは類似の色に設定できるため、図8に示した従来例のような遮蔽層111は必要ない。そのため、第2基板の張合わせにおいて微小な位置合わせを行う必要がない。

【0038】本実施態様の表示装置を用いると、着色粒子が混合されたり、着色色素が溶解されたりした着色絶縁性液体を用いなくて済むので、絶縁性液体に溶解した着色色素及び混合された着色粒子が着色帯電泳動粒子へ吸着しない。また、着色帯電泳動粒子が付着した電極表面と着色帯電泳動粒子間への着色色素及び着色粒子の侵入が起きない。また、第1電極と第2電極の段差部を着色帯電泳動粒子の付着面として利用できるため、その分第2電極面積を減らせるため開口率を高められる。よって、高い反射率、高いコントラストを実現できる表示装置を提供できる効果を有する。

【0039】次に、本発明の実施態様の第2の表示方法は、着色帯電泳動粒子2を表示面に対して横方向に、面から面に水平移動させるため構造的に表示色の階調表現が可能となる。図2を用いて、その表示方法の一例を説明する。図2において、図1で用いられている符号と同一の符号は、図1で用いられている符号と同じ部材を示す。

【0040】階調表現は、図2に示したように着色帯電泳動粒子2を電極から他方の電極へ一部移動させることによって達成できる。例えば、パルス幅変調により階調表現をする場合、着色帯電泳動粒子2の一部を移動させる方法としては、電圧印加時間を短くする、印加電圧を小さくする、帯電能の異なる着色帯電泳動粒子2を混合して用いる、大きさの異なる着色帯電泳動粒子2を混合して用いる等がある。

【0041】つまり、電極に印加する電圧の大きさ、電極に印加する電圧印加時間の長さ等を調節して、移動する着色帯電泳動粒子2の移動量を制御する。つまり、第1電極8及び第2電極7を覆う着色帯電泳動粒子2の面積を制御して、面積階調を実現している。

【0042】更に、上記構成に加えて、帯電能の異なる着色帯電泳動粒子2を混合して用いるか、大きさの異なる着色帯電泳動粒子2を混合して用いることにより、階

調表示の特性を向上させることができる。

【0043】図2では、透明な絶縁性液体中1の着色帯電泳動粒子2は、正に帯電しているとする。第2電極7を負極に、第1電極8を正極にした場合、正電荷の着色帯電泳動粒子2が第2電極7上に移動し、正電荷の着色帯電泳動粒子2が第2電極7上に集められ、観測者（第2基板5側）からは着色帯電泳動粒子2の色と絶縁層4或いは第1電極8或いは基板3等の着色粒子の色相と異なる色に着色された層の色が観察（表示）される（図2（a））。

【0044】一方、電極に印加する電圧の極性を変え、第1電極8に印加する電圧の大きさ及び第2電極7に印加する電圧の大きさを調節して、第1電極8上に移動する正電荷の着色帯電泳動粒子2の量を制御する。

【0045】つまり、第1電極8上を占有する着色帯電泳動粒子2の面積を制御する。その占有面積の大きさにより、観測者（第2基板5側）からは、正電荷の着色帯電泳動粒子2の色と第2電極7の色と絶縁層4或いは第1電極8或いは基板3等の着色粒子の色相と異なる色に着色された層の色が混合された混合色が観察される（図2（b））。例えば、第2電極7及び正電荷の着色帯電泳動粒子を2共に黒色にし、第1電極8を白色とすれば、白黒の階調表示が可能となる。但し、この場合、両電極間に蓄積された静電容量が多すぎると面積制御が困難になるため、着色帯電泳動粒子2が所望量移動した時点で、両電極間の静電容量を着色帯電泳動粒子2が移動しない程度に低く抑える。

【0046】本実施態様の第2の表示方法を用いると、着色帯電泳動粒子を電極から他方の電極へ移動する量を制御できるため、面積階調表示を実現できる効果を有する。また、第1電極8及び第2電極7上を絶縁層4で被覆する理由は、第1電極8及び第2電極7と絶縁性液体1との間で電気化学反応が起きてしまい、絶縁性液体1が劣化してしまうのを防止するためである。

【0047】しかし、着色帯電泳動粒子2及び第1電極8及び第2電極7の材料を選択することにより、絶縁性液体1が劣化するのを防止することができる。よって、第2電極7を露出させて、着色帯電泳動粒子2が直接第2電極7に付着する形態をとっても良い。更に、第1電極8を露出させて、着色帯電泳動粒子2が直接第1電極8に付着する形態をとっても良い。

【0048】上記の説明では、第2基板5側を表示側としたが、本実施態様では、第1基板3側を表示側としても良い。例えば、着色帯電泳動粒子2及び第2電極7を黒色とし、絶縁層4、第1電極8、第1基板3を透明として、第2基板5を白色とする。上記のように第1電極8及び第2電極7に電圧を印加して、白黒表示を実現できる。また、電圧印加時間、印加電圧の大きさを制御したり、着色帯電泳動粒子2の大きさ、着色帯電泳動粒子2の帯電能の大きさを制御して、階調表示も可能であ

る。

【0049】また、磁性を有する帯電泳動粒子を使用し、さらに第1基板表面に磁性層を形成することによって、帯電泳動粒子の駆動において閾値を付与することが可能となる。

【0050】本発明の表示装置は、表示の書き換え可能で、表示の保持にエネルギーを要さないか若しくは十分に小さく（メモリー性）、携帯性に優れ、表示品位が優れている、ハードコピー（紙等）表示に変わるペーパーディスプレイとして使用できる。

【0051】以下、本実施態様の表示装置の製造方法の一例を説明する。図3に本発明の電気泳動表示装置の製造プロセスの工程図を示す。まず、第1基板3に第1電極8を形成する（図3（a））。第1基板3の材料としては、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエーテルサルフォン（PES）等のポリマーフィルム或いはガラス、石英等の無機材料を使用することができる。第1電極8は、パターンニング可能な導電性材料ならどのようなものを用いてもよく、透明電極ならば、酸化インジウムスズ（ITO）などを用いる。

【0052】次に、第1電極8上に絶縁層4を形成し、さらに第1電極8に対して第1基板3に水平な方向及び垂直な方向に位置をずらし、且つ第1電極8と第1基板3に水平な方向に重なる領域を有するように第2電極7を形成する（図3（b））。

【0053】絶縁層4の材料としては薄膜でピンホールが形成しづらく、低誘電率の材料が好ましく、例えば、アモルファスフッ素樹脂、高透明ポリイミド、アクリル樹脂等を使用できる。第2電極7の材料は、第1電極8と同様の物を使用できる。第2電極形成後、第1電極上の絶縁層をエッチングして除去する（図3（c））。第1電極8及び第2電極7上にはさらに絶縁層4を薄く形成する。

【0054】次に、第1基板3上に隔壁6を形成する（図3（d））。隔壁材料としてはポリマー樹脂を使用する。隔壁形成はどのような方法を用いてもよい。例えば、光感光性樹脂層を塗布した後露光及びウエット現像を行う方法、又は別に作製した隔壁を接着する方法、或いは光透過性の第2基板の表面にモールドによって形成しておく方法等を用いることができる。

【0055】次に、第2基板5と隔壁の接合面の一部あるいは全面に接着層9を形成し、隔壁6内に絶縁性液体1及び着色帯電泳動粒子2を充填する。第2基板5の材料としては、可視光の透過率が高く、且つ耐熱性の高い材料を使用する。ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエーテルサルフォン（PES）等のポリマーフィルム或いはガラス、石英等の無機材料を使用することができる。絶縁性液体1としては、シリコンオイル、トルエン、キシレン、高純度石油等の無色透明液体を使用する。黒色帯電泳動粒子2としては、絶縁性液体

1中で帯電しうる材料を用いる。例えば、ポリエチレン、ポリスチレン等の樹脂にカーボンなどを混ぜたものを使用する。泳動粒子2の粒径は、通常は0.1 μ m～50 μ m位のものを使用する。また、必要に応じて、荷電制御剤を加える。

【0056】表示用の色は電極材料、絶縁層材料そのものの色を利用してもよく、又は所望の色の材料層を電極上、絶縁層上、基板面上に形成してもよい。また、絶縁層などに着色材料を混ぜ込んでもよい。

【0057】次に、第1基板3及び第2基板5を張合わせ、熱をかけて接着する（図3（e））。これに、電圧印加手段（図示せず）を設けて表示装置が得る。以上の方法によって作製された表示装置は、2色表示、カラー表示、さらに階調表現も可能であり、高視野角、高コントラストを実現できる。

【0058】

【実施例】以下に、本発明の実施例を説明する。

【0059】実施例1

図3に示す工程により電気泳動表示装置を作製した。厚さ200 μ mの光反射性のPETフィルムからなる第1基板3に第1電極8としてITOを成膜し、ライン状にパターンニングした（図3（a））。次に、絶縁層4としてアクリル樹脂層を形成した。

【0060】次に、第2電極7として暗黒色の炭化チタンを成膜し、フォトリソグラフィ及びドライエッチングによりライン状にパターンニングした。線幅は30 μ mとした（図3（b））。

【0061】これによって、第1電極8に対して第1基板3に水平な方向及び垂直な方向に位置をずらし、且つ第1電極8と第1基板3に水平な方向に重なる領域を有するように第2電極7が形成された。次に、エッチングにより、第1電極上のアクリル樹脂層を除去した（図3（c））。

【0062】この上に、さらに絶縁層4としてアクリル樹脂層を形成した後、隔壁6を形成した（図3（d））。隔壁6は、光感光性エポキシ樹脂を塗布した後、露光及びウエット現像を行うことによって形成し、50 μ mの高さとした。第2基板5との接合面に熱融着性の接着層9を形成した後、隔壁内に絶縁性液体1及び着色帯電泳動粒子2を充填した。

【0063】絶縁性液体1としては、シリコンオイルを使用した。黒色帯電泳動粒子2としては、ポリスチレンとカーボンの混合物で、粒子の大きさが粒径1 μ m～2 μ m位のものを使用した。次に、第2基板5の第1基板3との接合面に熱融着性の接着層9のパターンを形成し、第1基板3の隔壁6と厚さ200 μ mのPETフィルムからなる光透過性の第2基板5に熱をかけて張合わせた。これに電圧印加回路（図示せず）を設置して表示装置とした（図3（e））。

【0064】作製した表示装置を用いて表示を行った。

印加電圧は±80Vとした。本実施例で用いた黒色帯電泳動粒子2は、シリコンオイル中で正に帯電していたため、電圧印加により負の電極上に移動した。これにより、第2電極7を正極に、第1電極8を負極にした場合、第1電極8上に黒色帯電泳動粒子2が移動し、黒色帯電泳動粒子2で透明な第1電極を透過して観察される白色の第1基板が覆われる。第2基板5（観測側）から見た表示面は黒色表示となった。

【0065】一方、電極に印加する電圧極性を置換して、第1電極8を正極に、第2電極7を負極にした場合、暗黒色の第2電極7上及び第1電極と第2電極の間に形成された段差表面に黒色帯電泳動粒子2が移動するため、透明な第1電極を透過して観察される白色面が露出する。第2基板5（観測側）から見た表示面は、灰色がかった白色が観察できた。応答速度は30msec以下であった。

【0066】本実施例の表示装置の製造方法は、従来法に比べて次のような作用、効果を有する。第1電極8、第2電極7共にその電極材料を基板上に成膜しフォトリソグラフィプロセスによりパターンニングする、絶縁層4は真空蒸着あるいはスピンコートしたあと焼成するなど極めて平易な工程を繰り返えし、積層していくことで形成することができる。電極、絶縁層4の形成工程が極めて単純であるため、電極間のショートなどの欠陥の発生を非常に低く抑えることができる。また、外部への電気的接続用の電極パッドも同時に形成できるため、外部接続の問題は全くない。隔壁6の形成も隔壁材料の成膜及びフォトリソグラフィプロセスによって一括して形成できるため、一本一本位置合わせして接着していくような煩雑なプロセスは必要ない。

【0067】また、白表示を行なう際の帯電泳動粒子の収納を第2電極面上に加えて第1電極と第2電極の間の段差面においても行なうため、第2電極の面積を小さくすることができる。結果として、開口率を高められ、コントラストを高くすることができる。また、第2電極と着色帯電泳動粒子が同じあるいは類似の色に設定できるため、遮蔽層は必要ない。そのため、第2基板の張合わせにおいて微小な位置合わせを行う必要がない。

【0068】以上示したように、本発明の表示装置は極めて平易な工程によって作製できるため、歩留まりも高く、製造コストも低く抑えて製造することが可能となり、且つ、高コントラストを実現できる。

【0069】実施例2

実施例1と同様な工程で表示装置を作製した。図4に本実施例で作製した表示装置の断面図を示す。厚さ200μmのPESフィルムからなる光透過性の第1基板3に第1電極8としてITOを成膜し、ライン状にパターンニングした。

【0070】次に、第1電極8上に絶縁層4として透明ポリイミド層を形成した。さらに、この上に第2電極7

として暗黒色の炭化チタンを成膜、フォトリソグラフィ及びドライエッチングによりライン状にパターンニングした。線幅は30μmとした。次に、酸素プラズマエッチングにより、第1電極上のポリイミド層を除去した。エッチングは十分に行なうことにより、第2電極がオーバーハング状になるようにした。

【0071】次に、第1基板3の裏面側に着色層10として赤色顔料層を形成し、その上に酸化チタン微粒子を含んだ光反射層11を形成した。

【0072】第1基板3の表側に隔壁6を形成した。隔壁6は、光感光性ポリイミドワニスを塗布した後、露光及びウエット現像を行うことによって50μmの高さの隔壁6を形成した。第2基板5との接合面に熱融着性の接着層9を形成した後、隔壁内に絶縁性液体1及び着色帯電泳動粒子2を充填した。絶縁性液体1としては、シリコンオイルを使用した。着色帯電泳動粒子2としては、ポリスチレンとカーボンの混合物で、粒子の大きさが、1μm～2μm位のものを使用した。

【0073】次に、第1の基板と第2基板を、熱をかけて張り合わせた。これに電圧印加回路（図示せず）を設置して表示装置とした。

【0074】作製した表示装置を用いて表示を行った。印加電圧は±70Vとした。本実施例で用いた着色帯電泳動粒子2はシリコンオイル中で正に帯電していたため、電圧印加により負電圧が印加された電極上に移動した。これにより、第1電極8に負電圧を印加した場合、着色層10上に黒色帯電泳動粒子2が移動したため、第2基板5（観測側）から見た表示面は黒色表示となった。一方、第2電極7に負電圧を印加した場合、暗黒色の第2電極7上及び第1電極と第2電極の間に形成された段差部に黒色帯電泳動粒子2が移動するため、観測側（第2基板側）から見た表示面は赤色層が観察でき、全体として濃赤色が表示できた。応答速度は30msec以下であった。

【0075】着色層10をイエロー、マゼンタ、シアンの各色とした素子を3つ組み合わせ形成したところ、カラー表示を行うことができた。以下に詳細に説明する。図4の構成を1セル（1素子）とする。例えば、図4の構成のイエローセル、マゼンタセル、シアンセルを隣接して配置し、3つのセルを組み合わせ1画素を構成する。第1電極8と第2電極7に電圧を印加して、カラー表示を行う。

【0076】実施例3

実施例1と同様な工程で表示装置を作製した。図5に本実施例で作製した表示装置の断面図を示す。第1基板3には白色PETフィルム表面にポリマーに磁性粉を混合した磁性層12が形成されたものを用いた。絶縁性液体1にはシリコンオイルを用いた。着色帯電泳動粒子2としては、ポリスチレンとカーボンと磁性粉の混合物で、粒子の大きさが、0.5μm～2μm位のものを使

用した。

【0077】作製した表示装置を用いて表示を行った。印加電圧は $\pm 100\text{V}$ とした。電圧印加により、黒色正電荷泳動粒子2は負電圧が印加された電極上に移動した。これにより、第2電極7に正電圧を印加し、透明である第1電極8に負電圧を印加した場合、第1電極8上に黒色正電荷泳動粒子2が移動するため、白色の第1基板が、黒色正電荷泳動粒子2で覆われる。第2基板5（観測側）から見た表示面は黒色表示となった。一方、第1電極8に正電圧を印加し、第2電極7に負電圧を印加した場合、暗黒色の第2電極7上及び第1基板と第2基板の間の段差部に黒色正電荷泳動粒子2が移動するため、白色の第1基板4の白が露出する。第2基板5（観測側）から見た表示面は灰色がかった白色が観察できた。応答速度は 30msec 以下であった。

【0078】次に、印加電圧 $\pm 50\text{V}$ にして帯電泳動粒子を駆動させようとしたところ、帯電泳動粒子は駆動せず、閾値が形成されていることが確認できた。

【0079】実施例4

実施例1と同様な工程で表示装置を作製し、作製した表示装置を用いて表示を行った。印加電圧は $\pm 80\text{V}$ とした。本実施例で用いた黒色帯電泳動粒子2は、シリコンオイル中で正に帯電していたため、電圧印加により負の電極上に移動した。これにより、第2電極7を正極に、第1電極8を負極にした場合、第1電極8上に黒色帯電泳動粒子2が移動し、黒色帯電泳動粒子2で透明な第1電極を透過して観察される白色の第1基板が覆われる。第2基板5（観測側）から見た表示面は黒色表示となった。一方、電極に印加する電圧極性を置換して、第1電極8を正極に、第2電極7を負極にした場合、暗黒色の第2電極7上及び第1電極と第2電極の間に形成された段差表面に黒色帯電泳動粒子2が移動するため、透明な第1電極を透過して観察される白色面が露出する。第2基板5（観測側）から見た表示面は、灰色がかった白色が観察できた。応答速度は 30msec 以下であった。

【0080】次に、印加電圧を $\pm 40\text{V}$ として、第1電極8に正電圧を印加し、第2電極7に負電圧を印加した場合、印加電圧を $\pm 80\text{V}$ とした時に比べて、第2電極7上に移動する黒色正電荷泳動粒子2の量が減少し、一部が、第1電極7上に残り移動しなかった。よって、反射光の明るさが半分程度に低下させることができた。印加電圧を $\pm 80\text{V}$ とした時に比べて、より灰色に近い白色が観測された。電圧印加時間を種々選択することで、多段階の階調表現を行うことが可能であった。また、印加電圧を同一にして、電圧印加時間を変えることによっても同様に階調表現を行うことができた。以上により、階調表現可能な白黒表示の表示装置を作製できた。

【0081】実施例5

図6は、本実施例1を利用した表示装置の一例の概略構

成を示すものである。図6（a）は本実施例の表示装置82の平面図で、図6（b）は図6（a）の破線A-A'線に沿う断面図である。

【0082】白色のPETフィルムからなる第1基板に、ITOを成膜し、ライン状にパターンニングした。

【0083】次に、絶縁層4として、アモルファスフッ素樹脂を第1電極8上に形成した。次に、第2電極7として暗黒色の炭化チタンを成膜、フォトリソグラフィ及びドライエッチングによりライン状にパターンニングした。線幅は $50\mu\text{m}$ とした。次に酸素プラズマエッチング処理により、第1電極上の絶縁層を除去して第1電極と第2電極の間に段差を形成した。次に絶縁層4としてアモルファスフッ素樹脂層を形成した。続いて、隔壁81を形成した。隔壁81は、エポキシ樹脂を塗布した後、露光及びウエット現像を行うことによって、 $80\mu\text{m}$ の高さの隔壁81を形成した。第2基板5との接合面に熱融着性の接着層（図示せず）を形成した後、隔壁内に絶縁性液体1及び着色帯電泳動粒子2を充填した。

【0084】絶縁性液体1としては、シリコンオイルを使用した。黒色帯電泳動粒子2としては、ポリスチレンとカーボンの混合物で、粒子の大きさが、 $1\mu\text{m}\sim 2\mu\text{m}$ 位のものを使用した。次に、第2基板5と第1基板3との接着面に熱融着性の接着層パターンを形成し、第1基板3の隔壁81とPETフィルムからなる光透過性の第2基板5の接着層の位置を合わせて、熱をかけて張り合わせた。

【0085】その後、パルス発生器84を第2電極7に接続して、表示装置82とした。また、第1電極8はアース接地する。セル83の形状・サイズは、所望の解像度に合わせて選択する必要があるが、本実施例では簡単にするため、7つのセル83が8の字形に配置された7セグメント・タイプを用いた。

【0086】作製した表示装置82を用いて表示を行った。全第2電極7に、波高値マイナス 80V 、パルス幅 10ms の矩形波を印加した。本実施例で用いた着色帯電泳動粒子2は、シリコンオイル中で正に帯電していたため、電圧印加により負電圧マイナス 80V が印加された暗黒色の第2電極7上及び第1電極と第2電極間に形成された段差の表面に移動した。これにより、第2基板5（観測側）から見た全セル83内は、僅かに灰色がかった白色状態とした。一方、第2電極7のうち、任意のものをスイッチ（図示せず）で選択した上で、第2電極7に逆極性のパルス、波高値プラス 80V 、パルス幅 10ms の矩形波を印加したところ、第1電極上に黒色の帯電泳動粒子2が移動したため、選択されたセル83内は、黒色状態となり、セグメント形状の組み合わせを利用した表示（0～9までの数字表示やアルファベットの一部分表示）が可能であることを確認した。応答速度は 20msec 以下であった。

【0087】また、全部の第2電極7をスイッチで選択

して、第2電極7に逆極性のパルス、波高値プラス80V、パルス幅10msの矩形波を印加した場合、全セル83内は、黒色状態となり、黒色で数字の8を表示できた。

【0088】

【発明の効果】以上、詳細に述べたように、本発明の電気泳動表示装置を用いると、次のような効果を得ることができる。

(1) 着色帯電泳動粒子が電極上に付着するメモリー保持力を強く維持でき、消費電力を低減できる効果を有する。

(2) 製造工程が、基板平面上への成膜、フォトリソグラフィプロセスによりパターニングなどの極めて平易で一般的な工程の繰り返しであるため、電極間のショートなどの欠陥の発生を非常に低く抑えることができるため、製造コストを非常に低く抑えることができる。

(3) 外部への電氣的接続用の電極パッドも同時に形成できるため、外部接続の問題は全くない。隔壁の形成も隔壁材料の成膜及びフォトリソグラフィプロセスによって一括して形成できるため、一本一本位置合せして接着していくような煩雑なプロセスは必要ない。

(4) 白表示を行なう際の帯電泳動粒子の収納を第2電極面上に加えて第1電極と第2電極の間の段差面においても行なうため、第2電極の面積を小さくすることができるためコントラストを高くすることができる。

(5) 第2電極と着色帯電泳動粒子が同じあるいは類似の色に設定できるため、遮蔽層は必要ない。そのため、第2基板の貼合わせにおいて微小な位置合わせを行う必要がない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電気泳動表示装置を示す断面図である。

【図2】本発明の電気泳動表示装置の原理の一例を示す説明図である。

【図3】本発明の電気泳動表示装置の製造方法を示す工程図である。

【図4】本発明の電気泳動表示装置の一例を示す断面図である。

【図5】本発明の電気泳動表示装置の一例を示す断面図である。

【図6】本発明の実施例5の7セグメントタイプの電気泳動表示装置を示す概略図である。

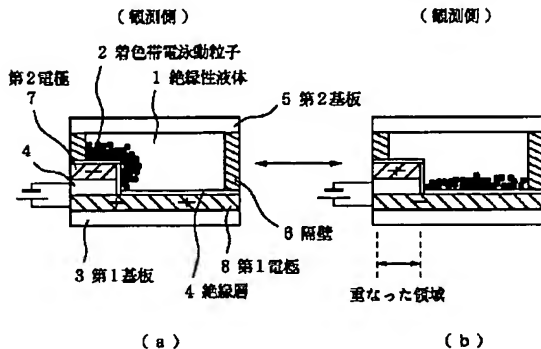
【図7】従来の電気泳動表示装置の原理を示す説明図である。

【図8】従来の電気泳動表示装置を示す概略図である。

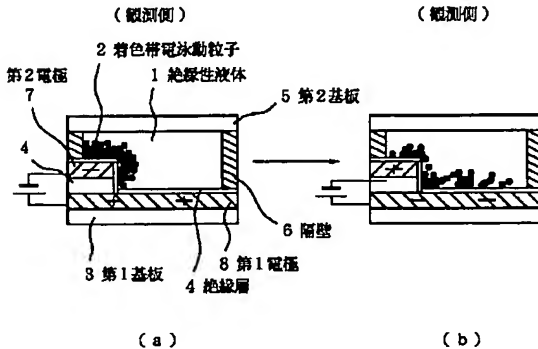
【符号の説明】

- 1 絶縁性液体
- 2 着色帯電泳動粒子
- 3 第1基板
- 4 絶縁層
- 5 第2基板
- 6 隔壁
- 7 第2電極
- 8 第1電極
- 9 接着層
- 10 着色層
- 11 光反射層
- 12 磁性層

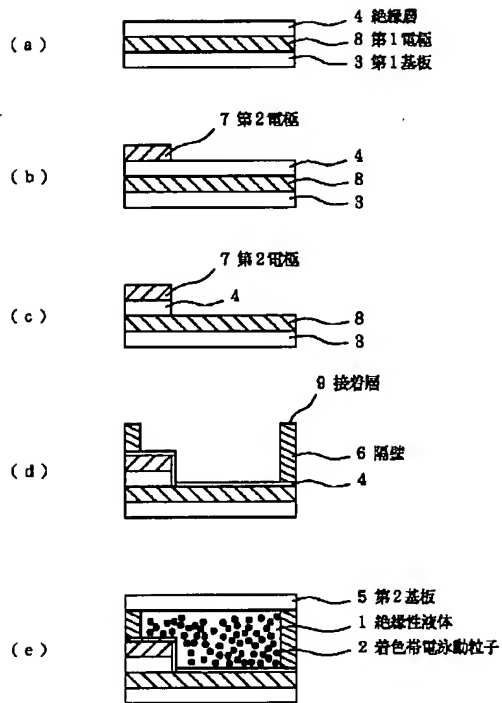
【図1】



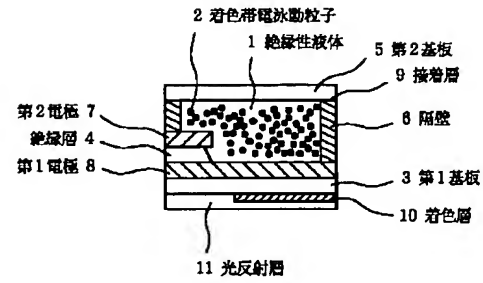
【図2】



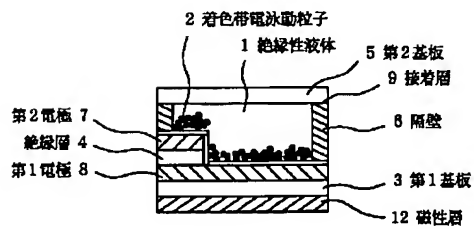
【図3】



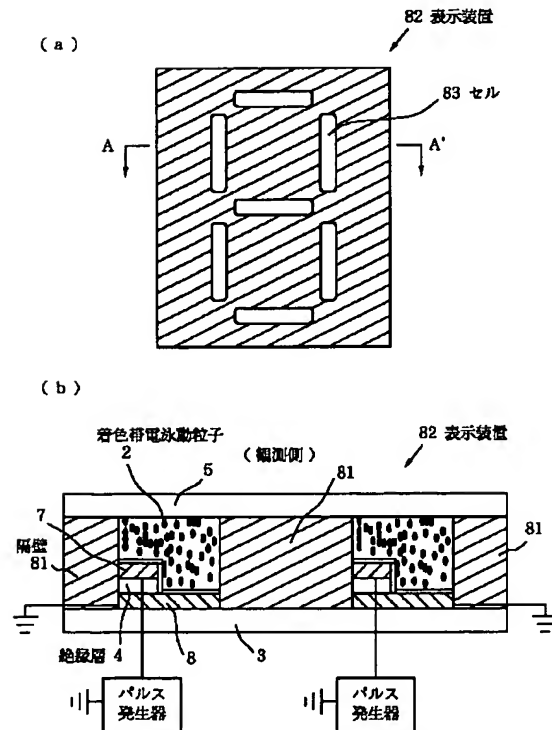
【図4】



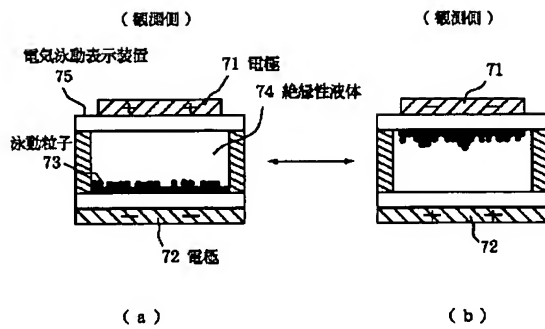
【図5】



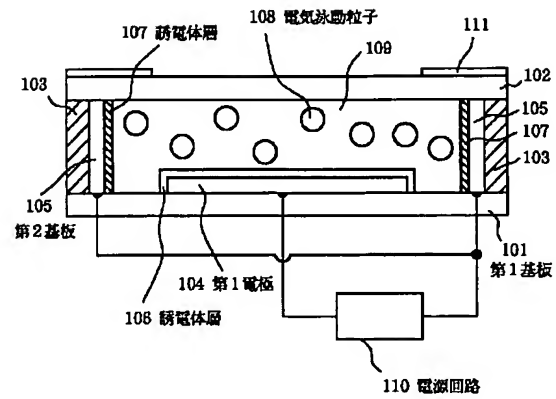
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C094 AA06 AA12 AA22 AA43 AA44
AA48 AA54 BA09 BA12 BA75
BA76 BA82 BA84 CA24 DA13
DB01 DB02 EA04 EA06 EB02
EC02 EC03 EC04 ED02 ED11
ED13 FA01 FA02 FB03 FB04
FB16